



ПРИЛОЖЕН МОДЕЛ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА СПЕЦИФИЧНИ ПОТРЕБНОСТИ И ОБОСНОВАВАНЕ НА ВАРИАНТИ ЗА НОВИ МАРШРУТИ НА ГРАДСКИЯ ПЪТНИЧЕСКИ ТРАНСПОРТ

Димитър Димитров, Ставри Димитров, Илко Търпов
ddimitrov@vtu.bg, stavri@vtu.bg, itarpov@vtu.bg

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
София, ул. „Гео Милев“ No 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: масов градски пътнически транспорт, електробус, пътникопоток, маршрут, организация, разписание, анализ „ползи-разходи“

Резюме: Проектирането и изграждането на маршрутната схема не е отделна задача, а е съставна част от териториалната стратегия за развитие и затова се извършва на отделни етапи, завършващи с разработване и сравнение на вариантни решения, съпроводени от последващи технико-икономически анализи. В настоящата статия се представят резултатите от приложен проучвателен проект целящ подобряване на предлаганото транспортно обслужване, чрез проектиране на нови маршрути, отчитайки потребността от ученически (студентски) пътувания и връзка с железопътния транспорт. Направен е системен анализ на съществуващата транспортна схема, разположението и прогноза за транспортните потребности на средните училища и университети в град Пловдив. Определени са основните технологични и финансово икономически параметри за новопредложени маршрути, включително и обобщен анализ „ползи-разходи“ за нов тип електрически превозни средства и нужната допълнителна инфраструктура. Изчислени и анализирани са основни показатели при работа на електробусите по разработените варианти за маршрути, обслужващи предложените нови автобусни линии.

ВЪВЕДЕНИЕ

Ефективното функциониране на системата за масовите градски пътнически превози е обусловена от систематичното събиране, съхраняване, обработване и анализ на информацията относно възникналите транспортни потребности и предлаганото обслужване на пътниците. В тази връзка подобряването на масовия градски пътнически транспорт (МГПТ) в градовете и изборът на маршрутна схема се извършва въз основа на проучвания, наблюдения и анализи, чрез които се цели постигане на баланс между качество на предлаганата транспортна услуга (обслужване на населението с превози) и реализираните експлоатационни разходи за функциониране и поддържане на системата на МГПТ.

Оценяването на текущото състояние на МГПТ, както и извършването на промени в маршрутната схема се основава на задълбочени проучвания за:

- транспортни потенциали – обемът на зараждащите се от и погасяващите се в даден район пътувания;
- пътническите кореспонденции между транспортните райони;
- неудовлетворени транспортни потребности от пътувания между районите;
- необходимостта от извършване на прекачвания при пътуване;
- пътникопотоците в участъци от маршрути – по мощност, неравномерност (вътрешночасова, часова, дневна, седмична, месечна и т.н.);
- източниците на финансиране, техническите възможности, както и дългосрочните прогнози и стратегическите планове и програми за развитие на градовете и др.

Проектирането и изграждането на маршрутната схема на едно населено място не е отделна задача, а е съставна част от териториалната стратегия за развитие и затова се извършва на отделни етапи, завършващи с разработване и сравнение на вариантни решения, съпроводени от последващи технико-икономически анализи.

В настоящата статия се представят резултатите от приложен проучвателен проект целящ подобряване на предлаганото транспортно обслужване в град Пловдив, чрез проектиране на нови маршрути, отчитайки потребността от ученически (студентски) пътувания и връзка с железопътния транспорт [1]. В тази връзка е направен системен анализ на съществуващата транспортна схема, разположението и прогноза на транспортните потребности на средните училища и университети в града. Определени са още основните технологични и финансово-икономически параметри за новопредложени маршрути, включително и обобщен анализ „ползи-разходи“ за нов тип електрически превозни средства, включително и необходимата инфраструктура (депо, зарядни станции и др.). Накрая са изчислени и анализирани основни показатели (интервали на движение и разписания) при работа на електроавбусите по разработените варианти за маршрути, обслужващи предложените две нови автобусни линии.

ТЕКУЩА ОРГАНИЗАЦИЯ НА ГРАДСКИТЕ ПЪТНИЧЕСКИ ПРЕВОЗИ

Удовлетворяване на транспортните нужди в град Пловдив чрез МГПТ е една от основните политики ръководени от Общината. Основната цел е осигуряване на модерен, редовен и удобен градски пътнически транспорт. Има изградени 29 автобусни линии, които обслужват 510 спирки, които са разпределени както в града, така и в някои от прилежащите близки села – Войводиново, Радиново и Ягодово.

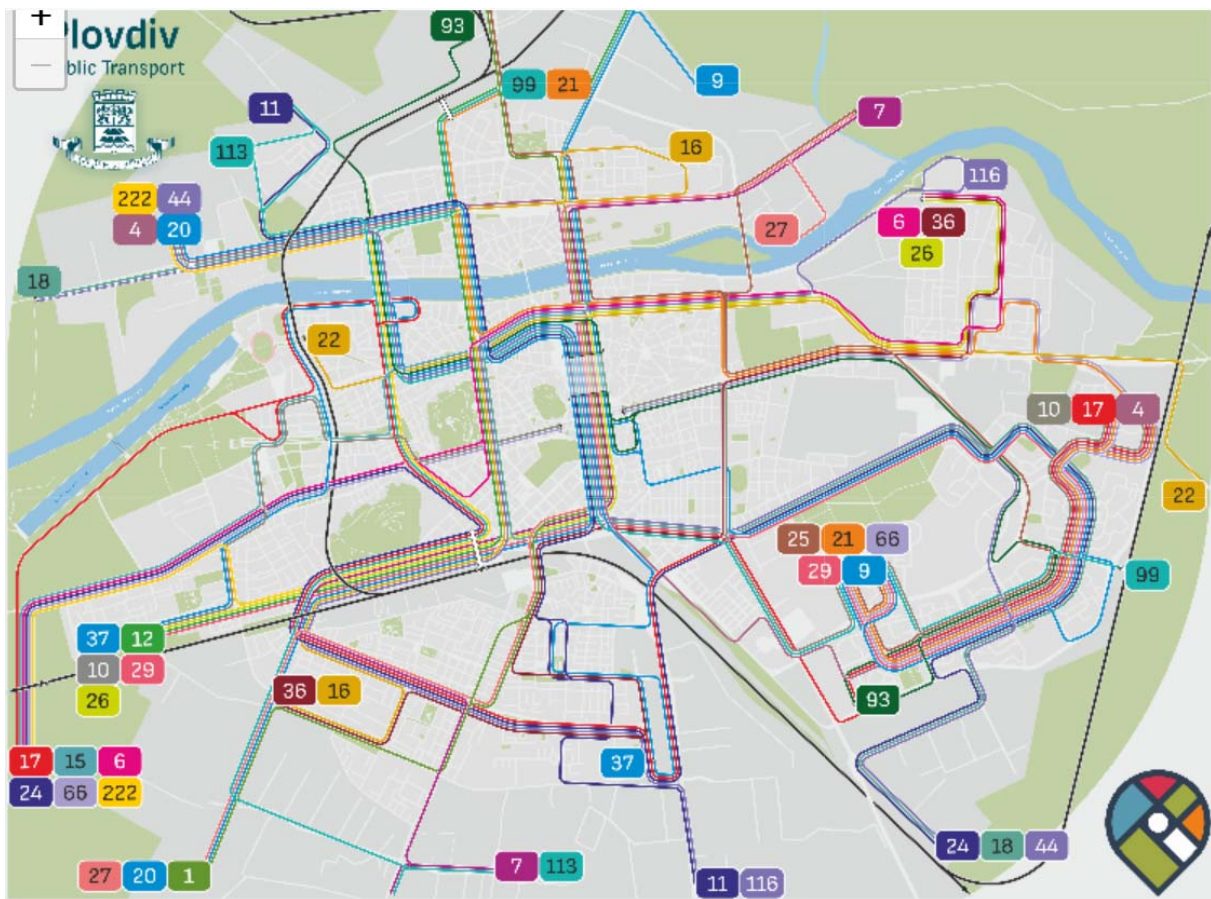
Организацията на транспорта и трафика в града е разпределена в дейностите на две общински предприятия: ОП „Организация и контрол по транспорта“ /ОП ОКТ/ и „Паркиране и репатриране“. Дейността на ОП ОКТ е разпределена в два центъра – за управление на трафика и за управление на градския транспорт.

МГПТ на територията на град Пловдив се извършва от 5 превозвача (транспортни оператори) по общо 29-те обслужвани автобусни линии.

Разписанието за движение на превозните средства е съответно делнично и празнично (събота и неделя) и започва сутрин в 5,30 и е до 23,00 часа.

Има и допълнителни вътрешно градски линии (маршрутки), които покриват 7 маршрута и се движат средно на интервал от около 15-20 мин. и са в рамките на работното време на МГПТ.

Общата схема на текущите маршрути [1] е показана на фиг. 1 по-долу.



Фиг. 1. Съществуваща маршрутна схема на град Пловдив

Представената обща схема е в резултат на редица изследвания, оперативни действия и до голяма степен покрива изискванията за транспортна плътност на мрежата [2, 3, 4]. Съществуват обаче и редица трудности по оперативното обслужване на населението и качествено удовлетворяване на транспортните им нужди. Най-общо това се дължи на недостатъчно добрата съгласуваност на интересите на общината и превозвачите, отчитане на дотациите на базата на изминато разстояние от превозвачите, вместо на отчетени пътувания или пътничко-километри, трудности с работа на внедрената информационна система за превозите и продажбите на превозни документи, и др.

Описаните по-горе транспортни проблеми показват нуждата от откриване на нови основи автобусни линии и организиране на пътнически превози по проектирани за целта маршрути, по които да се движат автобуси с достатъчна пътничковместимост през определен интервали от време така, че транспортното предлагане да удовлетворява възникналото транспортно търсене, чрез предлагана високо качествена транспортна услуга.

НОВИ МАРШРУТНИ ЛИНИИ НА МГПТ

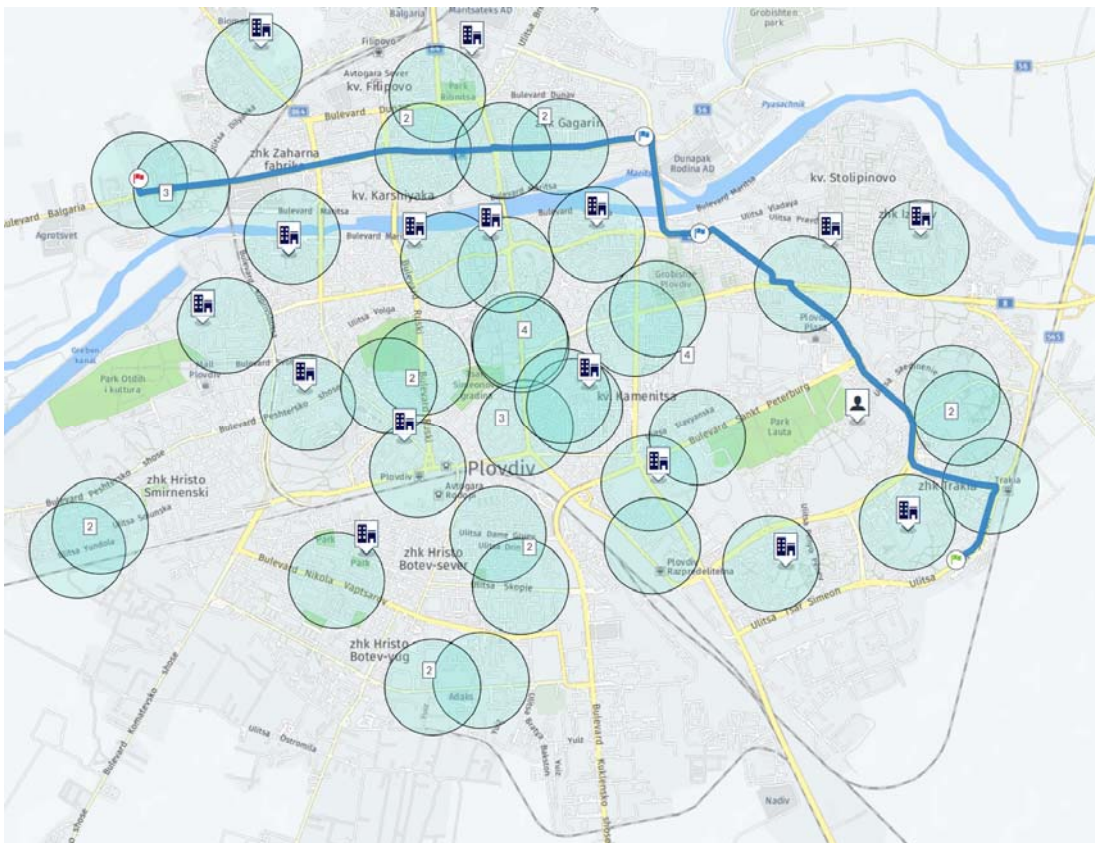
Обслужването на населението с транспорт се обуславя от правилността на построената маршрутна схема, рационално организиране на работата по автобусните линии, подходящо подбрани пътничковместимост, интервали и регулярност на движение на автобусите по маршрутите на автобусните линии, осигуряване на висока скорост на съобщение, комфорт и цена на пътуването.

Проектирането на нови маршрути трябва да удовлетворява:

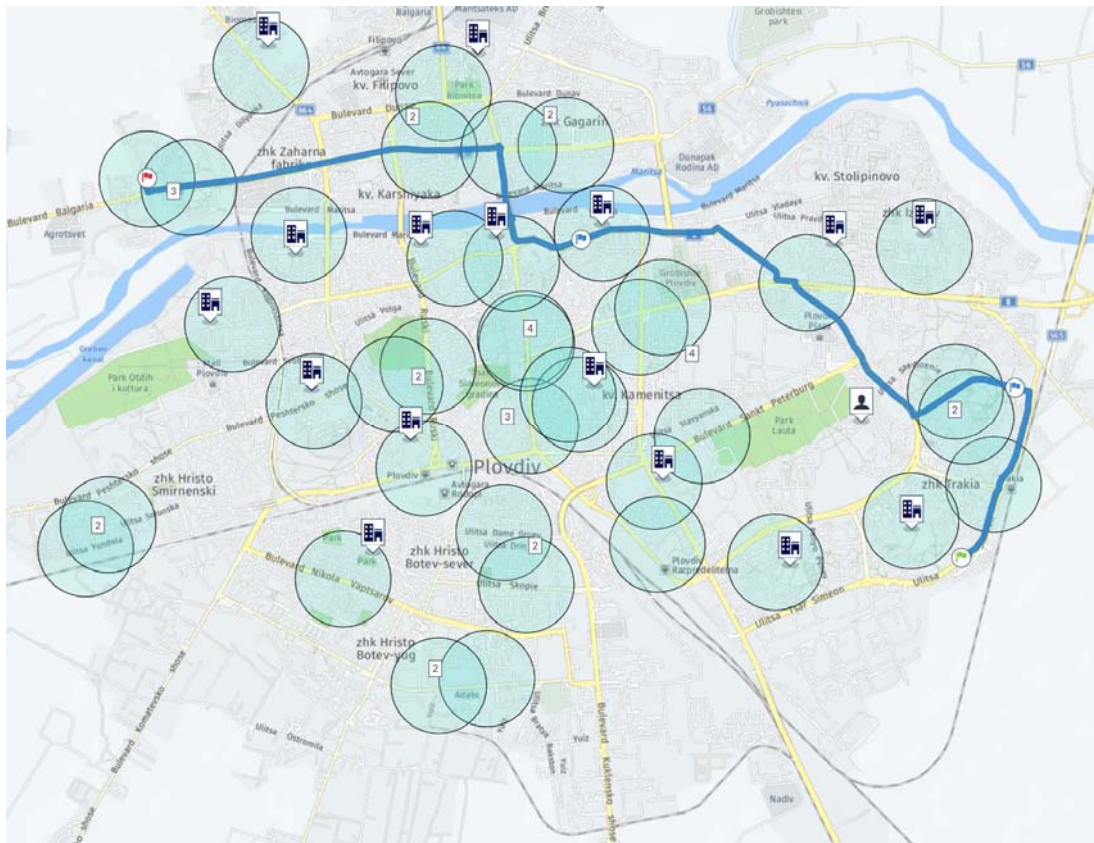
- маршрутите трябва по възможност да свързват основните пунктове по най-късия по разстояние път;
- необходимо е да се предоставят условия за удобно прекачване на пътниците между превозните средства движещи се по маршрутите на същия или други видове транспорт;
- маршрутите трябва по възможност да осигуряват пътуване без прекачване по основните направления;
- да се осигурява сравнително равномерно напълване на превозните средства по протежение на маршрута;
- да е осигурена възможност за безопасно движение на автобусите.

На базата на [2, 6, 7, 8, 9] са разработени варианти на предложените две нови основни автобусни линии с номера 102 и 104, последователно показани графично на фиг. 2А, 2Б и фиг. 3А и 3Б [5].

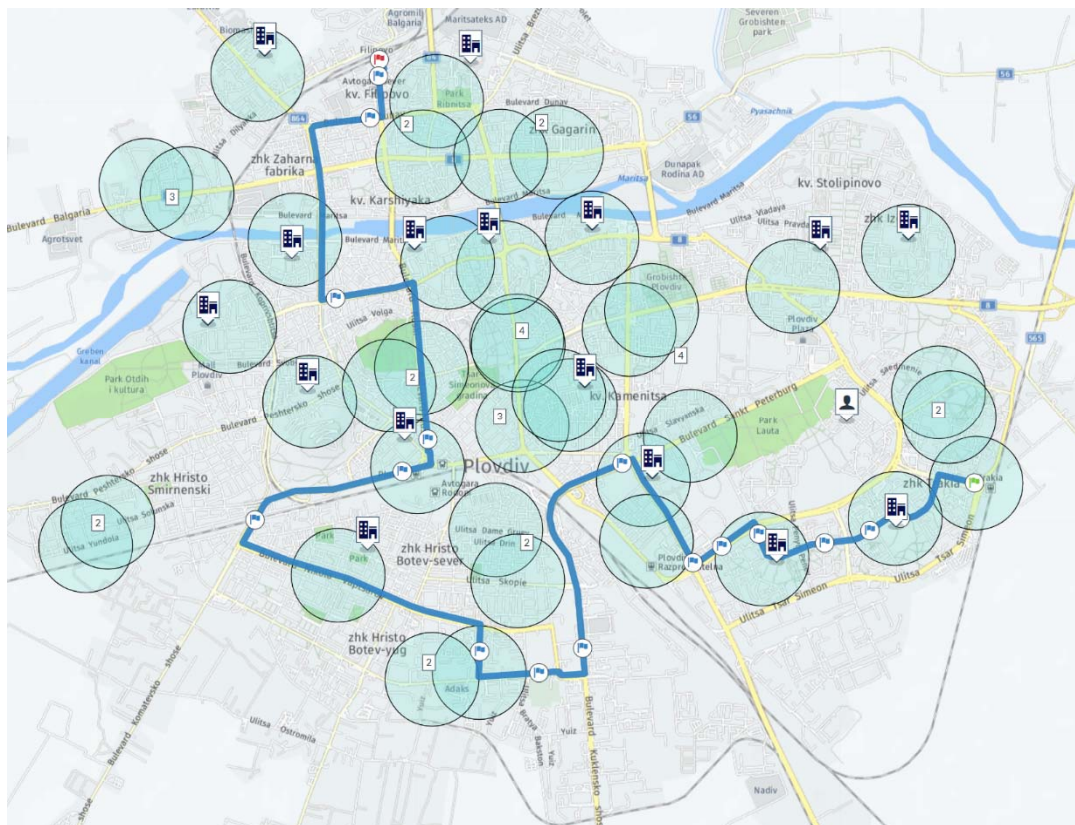
Нанесени на тези фигури са т.нар. зони на пешеходна достъпност, познати още като изохрони, които са построени така, че пешеходния подход от училища и университети до спирките на МГПТ да достига до 400 м. При това би се постигнал 6-минутен изохрон, указващ нивото на покритие с обслужване с МГПТ на територията на града. Същият е изчислен като времето необходимо за достигане до спирката при изминаване на 400 м със средна пешеходна скорост от 4,0 км/ч.



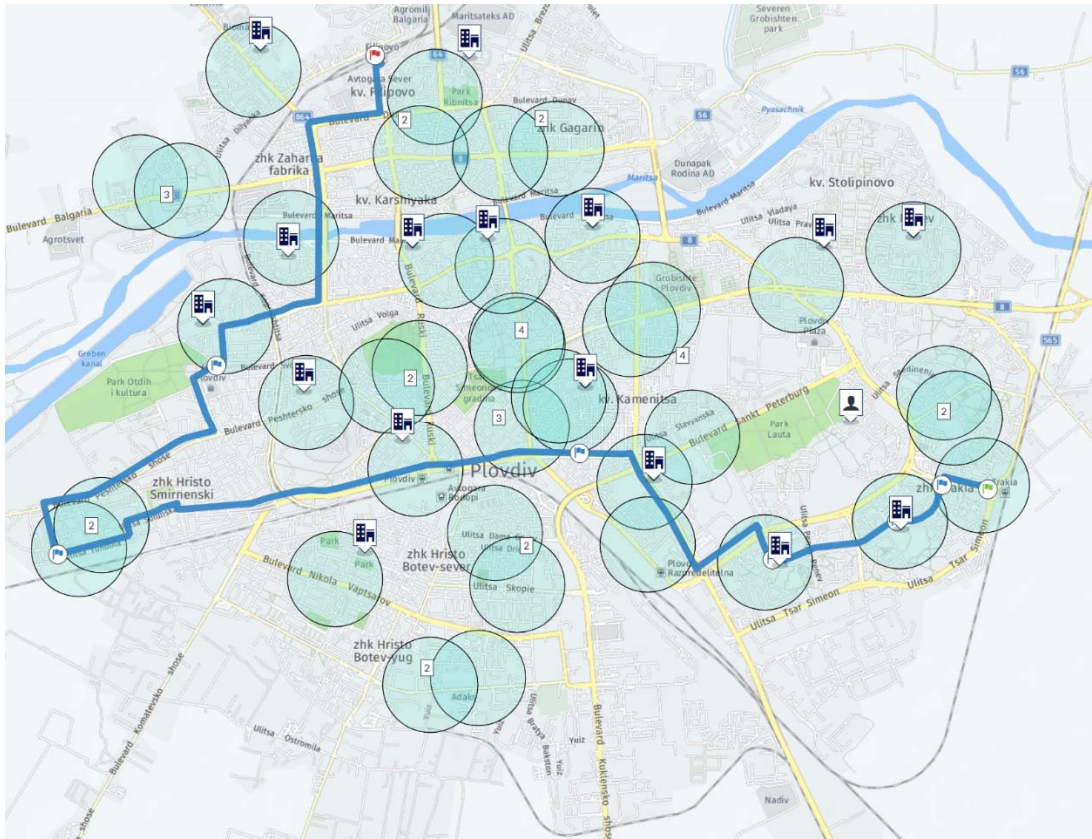
Фиг. 2А. Линия номер 102, вариант “А” (ж.к. Тракия – ПУ “П. Хилендарски”)



Фиг. 2Б. Линия номер 102, вариант“Б” (ж.к. Тракия – ПУ “П. Хилендарски”)



Фиг. 3А. Линия номер 104, вариант“А” (ж.к. Тракия – жп гара Филипово)



Фиг. 3Б. Линия номер 104, вариант “Б” (ж.к. Тракия – жп гара Филипово)

Определени са основните показатели за работа на превозните средства по маршрутите на предложените нови линии. Изчислени са стойностите на показателите за работа на превозните средства (ПС) в двете посоки на маршрутите на предложените нови основни автобусни линии 102 и 104 (варианти “А” и “Б”). Средната техническа скорост, използвана за целите на проекта, е изчислена чрез използване на времената, които биха отнели на стандартен ван да измине разстоянията от началния до крайния за всеки маршрут пункт, измерени в работната среда на ГИС. Така замерените времена за движение са впоследствие използвани за изчисляване на скоростите на движение на ПС по всеки маршрут – съобщителната скорост (отчитаща времената за престой на междинни спирки за слизване и качване на пътниците) и експлоатационните скорост (включваща и времена за престой на крайни спирки). Обобщените резултати са показани в табл. 1.

Таблица. 1. Необходим брой ПС, брой курсове, изминат пробег и превозени пътници

Дни в експлоатация	Номер на автобусна линия	Необходим брой ПС "пикови часове", Нпс	Необходим брой ПС "непикови часове", Нпс	Дневен брой курсове, Нкд	Дневен маршрутен пробег, Лмд, км	Годишен маршрутен пробег, Лмг, км	Превозени пътници дневно, Рд, бр.	Превозени пътници за година, Ргод, бр.
Делник	102а	9	6	164	1 640	410 000	10 178	2 544 500
	104а	13	9	162	2 738	684 450	17 200	4 300 000
Празник	102а	6	3	94	940	108 100	1 540	177 100
	104а	9	5	64	1 082	124 384	2 600	299 000
Общо делник и празник:				484	6 399	1 326 934	31 518	7 320 600

С помощта на измерените в ГИС дължини на отделните маршрути и средното превозно разстояние за маршрут е изчислен т.нар. коефициент на сменяемост на пътниците в ПС по протежение на маршрута и е изчислен броят на превозените пътници по маршрути за всеки часови интервал.

ФИНАНСОВ И ИКОНОМИЧЕСКИ АНАЛИЗ

За изготвяне на настоящия анализ е използван методическия подход [11], както и ръководството на Европейската комисия за определяне на ползите и разходите при оценката на инвестиционни проекти [10].

На базата на направените изчисления за обема на пътническите превози и параметрите на разработените участъци, данните могат да се обобщят в следните таблици:

Таблица 2. Параметри на маршрутите: дължина, брой спирки, брой превозни средства

№	Маршрут	Дълж, км.	Сpirки, бр.	min ПС, бр	max ПС, бр	ОР ПС, бр.
102А	жпг Тракия - ПУ(нова сгр.)	10,00	22	6	9	1
102Б	жпг Тракия - ПУ(нова сгр.)	10,80	22	6	9	1
104А	жпг Тракия - жпг Филипово	16,90	33	9	13	1
104Б	жпг Тракия - жпг Филипово	16,10	34	9	13	1

Таблица 3. Финансов анализ на проекта

Дисконтов процент	4%
-------------------	----

Финансова възвращаемост на инвестициите - <i>ENPV</i>	ENPV, €	-7 698 376
Финансова норма на доходност на инвестициите - <i>EIRR</i>	EIRR, %	-2,12%

Икономическия анализ включва т.нар. **Ползи** включващи оценка на спестено време (VoT), спестени експлоатационни разходи (VoC), Намаляване на инцидентите (VoA), както и **външно въздействие**, което включва намалено замърсяване на въздуха (Air Pollution), намаляване на шума (Noise) и климатични промени (Climate Changes). Тъй като спецификата на ПС има екологична същност са определени експертно единичната цена за превозен пътник и на тази база е определен процентния дял на отделните показатели.

Икономическият анализ на проекта е изготвен на базата на **5%** дисконтов фактор и са определени Финансовата възвращаемост на инвестициите – **ENPV**, както и Икономическата норма на доходност на инвестициите – **EIRR**, а също и Съотношение на ползите спрямо разходите – **BCR**, които са съответно:

Таблица 4. Икономически анализ на проекта

Дисконтов процент	5%
-------------------	----

Съотношение на ползите спрямо разходите - <i>BCR</i>	BCR	1,04
Икономическа възвращаемост на инвестициите - <i>ENPV</i>	ENPV, €	3 545 263
Икономическа норма на доходност на инвестициите - <i>EIRR</i>	EIRR, %	7,64%

Резултатите от анализа показват, че проектът има положителни стойности, ползите са повече от разходите и е целесъобразен за реализация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният модел за изследване и анализ на специфични градски потребности от транспорт и обосноваване на варианти за нови транспортни маршрути, макар и приложен, всъщност систематизира добрите практики в решаването на подобен тип проблеми и му придава изследователски и методичен характер. В този смисъл целта е изпълнена успешно, а резултатите от проведеното изследване и извършените анализи дават основание да се направят следните по-важни изводи и основни препоръки:

- обслужващите ги електроавтобуси имат по-добри динамични качества и генерират по-ниски разходи при експлоатация;
- електроавтобуси ще преминават по участъци в райони около учебни заведения (училища и университети), предлагайки по такъв начин по-голямо покритие и по-добро транспортно обслужване;
- има транспортна връзка между автобусния и железопътния транспорт – жп гари Тракия, гара Филипово и Централна гара Пловдив, което подобрява транспортната съгласуваност между градските и междуградските пътнически превози.

За предлагане на качествена транспортна услуга, която осигурява адекватно транспортно обслужване, удовлетворяващо възникналите транспортни потребности на населението на територията на града, е необходимо редовно проучване на потребностите от превози и систематично обследване на предлаганото транспортно обслужване по маршрутите на действащите автобусни линии на МГПТ.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Документация по проект на тема „Изследване и анализ на потребностите от нови автобусни линии за град Пловдив и разработване на варианти на маршрути“, възложител „Екобус Пловдив“ ЕООД, изпълнител ВТУ „Т. Каблешков“, София, 2023 г.
- [2] Закон за автомобилните превози, <https://rta.government.bg/upload/9166/zap.pdf>
- [3] Изменение на План–Схемата на Комуникационно-Транспортната Система към „ОУПО-Пловдив“ - 2007 г., Фаза: Окончателен Проект – I-ви ТОМ “Анализ на Състоянието”, Проектанти: инж. Гергана Кривошапкива, инж. Димитър Попов, Възложител: Община Пловдив, Изпълнител: “БУЛПЛАН” - ООД, Пловдив, Септември, 2022 г.
- [4] Изменение на План–Схемата на Комуникационно-Транспортната Система към ОУПО-Пловдив - 2007 г., Фаза: Окончателен проект – ТОМ II-ри Прогноза 2040 год., Възложител: Община Пловдив, Изпълнител: “БУЛПЛАН” - ООД, Пловдив, Септември 2022 год.
- [5] Интелигентен флийт мениджмънт, <https://www.frotcom.com/bg-BG>
- [6] Качаунов, Т. Т., Стаменов, В. Н., “Градски пътнически транспорт”, Печатница ВВТУ “Тодор Каблешков”, София, 1994 г.
- [7] Наредба № 2 от 29 юни 2004 г. за планиране и проектиране на комуникационно-транспортните системи на урбанизираните територии, <https://lex.bg/index.php/bg/laws/ldoc/2135492666>
- [8] Пенков, И. К., “Основи на автомобилния транспорт”, Технически университет–София, 1997 г.
- [9] Симеонов, Д. Г., “Основи на автомобилния транспорт”, Русе, 1991 г.
- [10] Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, December 2014

[11] Размов Т., Димитров Д., Ръководство за лабораторни упражнения и курсово проектиране по “Управление на проекти”, ВТУ “Тодор Каблешков”, ISBN-10: 954-12-0127-X; ISBN-13:978-954-12-0127-5, 2012 г.

APPLIED MODEL FOR RESEARCH AND ANALYSIS OF SPECIFIC NEEDS AND JUSTIFICATION OF OPTIONS FOR NEW ROUTES OF URBAN PASSENGER TRANSPORT

Dimitar Dimitrov, Stavri Dimitrov, Ilko Tarpov
ddimitrov@vtu.bg, stavri@vtu.bg, itarpov@vtu.bg

***Todor Kableshkov University of Transport,
158 Geo Milev Str., 1574, Sofia
THE REPUBLIC OF BULGARIA***

Key words: mass urban passenger transport, electric bus, passenger flow, route, organization, timetable, benefit-cost analysis

Abstract: *The design and construction of the route scheme is not a separate task but is an integral part of the territorial development strategy and is therefore carried out in separate stages, ending with the development and comparison of variant solutions, accompanied by subsequent feasibility studies. This article presents the results of an attached research project aimed at improving the transport services offered, by designing new routes, considering the need for student trips and connection with rail transport. A systematic analysis of the existing transport scheme, the location and forecast of the transport needs of secondary schools and universities within the city of Plovdiv is made. The main technological and financial economic parameters for newly proposed routes are defined, including a summarized "benefit-cost" analysis for a new type of electric vehicle and the necessary additional infrastructure. Main indicators in the operation of electric buses on the developed options for routes serving the proposed new bus lines are calculated and analyzed.*